Die Ursachen für die physiologische Veränderung der Farbe der Zähne vom Jugendalter bis zum Greisenalter.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Fritz Güßefeldt

approbierter Zahnarzt

aus Hagen/Westf.

Würzburg 1936

Buchdruckerei Richard Mayr

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München.

Referent: Privat-Dozent Dr. med. et med. dent. Otto Schneider.

Korreferent: Professor Dr. med. et phil. Kranz.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0150

Es ist eine Tatsache, die nicht nur in Fachkreisen, sondern auch manchem, sich selbst aufmerksam beobachtenden Laien bekannt ist, daß die Farbe der Zähne — natürlich spreche ich nur von den vollständig gesunden Zähnen ohne jegliche Karies oder gar Wurzelbehandlung — sich mit zunehmendem Alter verändert. Die ursprüngliche Farbe der Zähne wird im Laufe des Lebens dunkler.

Der Grundton der Zahnfarbe ist ein weißlicher, heller. Selten finden wir völlig weiße Zähne; dem Weiß ist oft ein mehr kräftiges Gelb beigegeben, so daß wir in einem solchen Falle gelblichweiße Zähne beobachten können. Nicht so häufig ist das Weiß mit einem Blau oder Grau untermischt. Noch weniger kommen uns die eine Spur von grün, rot oder rötlichviolett aufweisenden Farben zu Gesicht.

Wie die Farbenringe der verschiedenen Zahnfabriken erkennen lassen, kommen diese eben aufgezählten Farben in den verschiedensten Zusammenstellungen vor. Eine einheitliche und allgemein gültige Zusammenstellung aller überhaupt möglichen Zahnfarben gibt es noch nicht. Ich bringe daher im Anschluß die Ansichten einiger Forscher, die sich mit diesem Thema befaßten.

Sicher (Handwörterbuch der Zahnheilkunde) unterscheidet zwei Typen, und zwar den blauweißen und den gelbweißen Typ. Nach seiner Meinung handelt es sich bei den blauweißen Zähnen um eine scheinbar minderwertige Art oder besser gesagt, um diejenigen eines Menschen von minderwertiger Körperverfassung. Individuen von asthenischem Habitus — es handelt sich dabei vor allem um solche, die zu tuberkulösen Erkrankungen neigen — ist oft diese Zahnfarbe zu eigen. — In der zahnärztlichen Literatur des vorigen Jahrhunderts und auch des jetzigen finden sich immer wieder, von einem zum anderen Forscher übernommenen Angaben (Urbantschitsch konnte das in einem Falle lückenlos beweisen!), wonach bei Phtisis die Zähne eine auffallend weiße Farbe annehmen sollen. Urbantschitsch stellte aber an Hand seiner Literaturnachforschungen fest, daß dieser Irrtum nur in der zahnärztlichen, dagegen nicht in der Spezialliteratur nachzuweisen sei. Außerdem nahm er wiederholt Gelegenheit, an tuberkulösen Erkrankungen leidende Menschen auf

dieses Phänomen hin zu untersuchen, konnte es aber nicht bestätigt finden; wohl gibt er ebenso wie Sicher an, daß Tuberkulosekranke von Natur aus oft eine auffallend weiße Zahnfarbe besitzen. — In seinen Betrachtungen über die Zahnfarbe fährt Sicher fort, daß die durchschnittlich gut gebauten Zähne eine gelblichweiße Farbe aufweisen. Daben schwankt dieser Farbton vom Weiß mit einem kaum wahrnehmbaren, gelblichen Anflug bis zum satten Gelb oder sogar Gelbbraun.

Ebenso wie Sicher teilen auch eine Reihe weiterer Autoren die Zahnfarben nur in zwei Gruppen ein, sie unterscheiden:

1. Bläuliche Zähne,
2. Gelbliche Zähne.

Genauere Angaben macht Jung. Er teilt jeder der beiden oben genannten, deutlich unterscheidbaren Farben noch einmal auf, so daß er vier Gruppen verschieden gefärbter Zähne aufführt, nämlich:

1. Gelbe Zähne,
2. Gelblichweiße Zähne,
3. Bläulichweiße Zähne,
4. Bläuliche oder fleckige Zähne.

Die genaueste Einteilung gibt Röse. Er gruppiert um eine „weiße" Zahnfarbe, die weder eine deutliche Tönung nach der gelben noch nach der bläulichen Seite zeigt, die ausgesprochen gelbe und blaugraue Zahnfarbe. Als Uebergangsstufen fügt er zwischen dem Weiß und den beiden Extremen auf der einen Seite das Weißgelb, und auf der anderen Seite das Grau ein. Hierdurch kommt er zu fünf Zahnfarben, nämlich:

1. Gelb,
2. Weißgelb,
3. Weiß (weder ausgeprägt weißgelb noch grau),
4. Grau,
5. Blaugrau.

Sehr störend erweist sich bei der Feststellung der Zahnfarbe, daß die Zähne eines Gebisses erstens nicht untereinander gleichmäßig gefärbt sind, und daß zweitens sogar jeder einzelne Zahn deutliche Farbunterschiede im Bereiche der Krone erkennen läßt, nämlich eine hellere Tönung an der Schneidekante und eine dunklere mehr cervicalwärts.

Innerhalb der Zahnreihe fallen die Eckzähne auf wegen ihrer dunkleren Färbung sowohl im Vergleich mit den Schneidezähnen als auch mit den Prämolaren.

Die Farbunterschiede an jeder einzelnen Zahnkrone erklären sich aus dem anatomischen Bau derselben. Das die Hauptmasse des Zahnes bildende Dentin ist, soweit es in die Mundhöhle hineinragt, vom Schmelz überzogen. Rautmann stellte fest, daß der das Dentin umgebende Schmelzmantel — an sagittal durchschnittenen Frontzähnen betrachtet — in seinem oberen (occlusalen) Drittel die stärksten Ausmaße aufweist. Nach der Schneidekante zu — ebenso in Richtung zum Zahnhals — wird er dünner. Hat ein Zahn zum Beispiel eine wießlichgelbe Farbe, so beobachten wir an seinen freien Rändern, vor allem an der Schneidekante bzw. an den Höckern der Kaufläche einen bläulich transparenten Saum. Dies beruht darauf, daß an diesen Stellen die Schmelzlagen aufeinanderstoßen und nicht vom Dentin unterlegt sind, das somit hier seinen farbebeeinflussenden Anteil nicht zur Geltung bringen kann. Dort, wo dieser bläulich durchscheinende Saum von einem weißlichgelben Ton abgelöst wird, beginnt sich der Einfluß des Zahnbeins bemerkbar zu machen. Dieser Einfluß steigert sich cervicalwärts mehr und mehr, da der Dentinkern nach dieser Richtung zu größere Ausmaße annimmt, während seine ihn bedeckende Schmelzlage dünner wird.

Mit den letzten Betrachtungen habe ich gleichzeitig schon ein anderes Gebiet berührt, nämlich das der Entstehung der Zahnfarbe. Renström räumt drei Gebilden unserer Zähne einen Einfluß an dem Zustandekommen der für jeden Zahn charakteristischen Farbe ein, nämlich:

1. dem Schmelz,
2. dem Dentin,
3. der Pulpa.

Die farbebeeinflussende Wirkung von Schmelz und Dentin steht wohl außer Frage. Dies geht allein aus den weiter oben angeführten Betrachtungen hervor. Der Einfluß der Pulpa auf die Zahnfarbe hat zum Teil lebhaften Widerspruch hervorgerufen. Renström weißt vor allem deshalb auf diese Eigenschaft der Pulpa hin, damit sie bei ihrem Verlust berücksichtigt wird. Er schlägt aus diesem Grunde vor, daß Pulpenkavum der Frontzähne nach notwendig gewordener

Entfernung des Zahnmarks mit blaßrotem Silikatzement zu füllen. Hoffmann prüfte die Angaben Renströms und stellte einen sichtbaren Erfolg dieser Methode fest. Ich möchte der Pulpa nur bis zu den mittleren Lebensjahren einen Einfluß an der Gestaltung der Zahnfarbe einräumen, weil die Pulpenhöhle durch die Anlagerung von Sekundärdentin — bedingt durch die Abkauung — gerade in vertikaler Richtung so stark verkleinert wird, daß die Pulpa in ihrer Kammer bis in die Gegend des Zahnhalses zurückgedrängt wird. Gerade auf diesen letzten Gesichtspunkt werde ich an einer anderen Stelle dieser Arbeit genauer eingehen.

Nach diesen einleitenden Betrachtungen über die Mannigfaltigkeit der Zahnfarbe und die bei ihrer Entstehung einen Einfluß ausübenden Zahngewebe, leuchtet es ein, daß ich mich in meiner nun folgenden Abhandlung über die Veränderung der Zahnfarbe mit zunehmendem Alter diesen drei Geweben, eben

1. dem Schmelz,
2. dem Dentin,
3. der Pulpa

zuwenden muß. Diese drei Gebilde erfahren im Laufe des Lebens

1. Veränderungen in ihrer Struktur,
2. Veränderungen in ihren Größenverhältnissen.

Beide — sowohl die Aenderung der Struktur als auch die der Größenverhältnisse — geben die Ursachen für eine Veränderung der Zahnfarbe ab.

Das strukturlose, hornartige, durchscheinende Schmelzoberhäutchen (Nasmythsche Membran) dürfte keine farbebeeinflussende Wirkung besitzen. An den Schneidekanten bzw. Kauflächen geht es bald verloren, später auch an den Approximalflächen oder interstitiären Reibungsflächen. An den facialen bzw. buccalen und palatinalen bzw. lingualen Flächen der Zähne dürfte es wohl das ganze Leben hindurch erhalten bleiben oder sich nur geringfügig, nahezu gleichmäßig verdünnen, sofern nicht solche Flächen, wie zum Beispiel das obere (occlusale) Drittel der palatinalen Flächen der oberen Frontzähne, von Antagonisten getroffen werden. Würde das Schmelzoberhäutchen gänzlich verloren gehen — es wäre denkbar, daß das im Laufe der Jahre durch die schleifende Wirkung des Speisebreies, mehr aber wohl noch durch die der Zahnbürste und

der angewandten Zahnputzmittel eintreten könnte — so würden die durch die periodischen Schwankungen während der Verkalkung des Schmelzes an seiner Oberfläche vorhandenen Schmelzwülstchen zutage treten. Das wäre sehr leicht mit dem bloßen Auge zu erkennen. Außerdem würden sich aber in den Rillen zwischen den Schmelzwülstchen bald Farbstoffe aller Art festsetzen, sodaß in einem solchen Falle der Verlust des Schmelzoberhäutchens noch leichter zu erkennen wäre. Aus diesen Gründen gebe ich dem Schmelzoberhäutchen keine Bedeutung für dieses Thema.

Schon der Schmelz darf für die Veränderung der Zahnfarbe mit zunehmendem Alter nicht unberücksichtigt gelassen werden. Ich möchte an dieser Stelle nicht den Streit aufrollen, den die „Schmelzvitalisten" (so genannt, weil sie eine Vitalität des Schmelzes vertreten, und zwar auf dem Wege von der Pulpa durch das Dentin hindurch zum Schmelz) und ihre Gegner seit Jahrzehnten in der zahnärztlichen Literatur führen, der aber heute noch nicht zum Abschluß gekommen ist. Vielmehr möchte ich an klinische Beobachtungen erinnern, die allgemein bekannt sein dürften. Wir beobachten in der Praxis vor allem bei jugendlichen Patienten manchmal kreideartige Flecken (opake oder Leplatsche Flecken), die durch eine fehlerhafte Schmelzstruktur (Walkoff nennt sie „innere Hypoplasien") an dieser Stelle hervorgerufen werden. Manchmal verschwinden derartige Flecken im Laufe der Zeit ganz, dann wieder bleiben sie zeitlebens bestehen, und manchmal sind die strukturellen Fehler so groß, daß die Schmelzprismen an diesen Stellen einbrechen, und so ein Haftpunkt für Speisereste geschaffen ist, so daß die Karies sich hier schnell entwickeln kann. Wie aber kommt ein Verschwinden der opaken Flecken zustande?

Walkhoff weist darauf hin, daß unmöglich Ernährungsbahnen (physiologisch-chemische) von der Pulpa auf dem Wege über das Dentin zum Schmelz bestehen können. Er stellte bei der histologischen Untersuchung eines gesunden unteren Molaren eines Orangutan fest — außerdem dasselbe bei einer ganzen Reihe anderer untersuchter Zähne — daß die Schmelzprismen äußerst mangelhaft verkalkt waren; das darunterliegende Dentin ließ starke Transparenz erkennen (also ein Zeichen großer vitaler Tätigkeit), und an der, diesem transparenten Dentin gegenüberliegenden Pulpenkammer-

wand wurde ein Dentikel angebaut (abermals ein Zeichen hoher vitaler Tätigkeit). Trotzdem zeigten die schlecht verkalkten Schmelzprismen keinerlei Veränderung! Beständen Ernährungsbahnen von der Pulpa bis in den Schmelz hinein, so hätten die bei der Nahrungsaufnahme entstandenen, freien Säuren, die in dem oben geschilderten Falle als auslösender Reiz anzusehen sind, zunächst eine Kalksalzanlagerung in den schlecht verkalkten Schmelzprismen bewirken müssen und dann erst anschließend die oben beschriebenen weiteren Wirkungen auslösen dürfen. Da diese Reihenfolge nicht eingehalten wurde, streitet Walkhoff den Stoffwechsel bis in den Schmelz hinein ab.

Andresen und andere Forscher suchten das manchmal vorkommende Verschwinden der opaken Flecken und die sie veranlassende Veränderung der Schmelzstruktur nicht durch den Nachweis von Ernährungsbahnen von der Pulpa bis in den Schmelz hinein zu erklären, sondern sie machten den Speichel dafür verantwortlich und nannten den Vorgang „Remineralisation". Sie befaßten sich aber nicht mit dieser Erscheinung, um die Farbenveränderungen dieser opaken Flecken zu beobachten, sondern um ihre Feststellungen für die Bekämpfung der Karies auszunützen. Um die Remineralisation zu beschleunigen oder sie überhaupt zustande zu bringen, stellte sich Andresen verschiedene Kalksalze enthaltende Pulver zusammen. Er beschreibt in seinen Versuchen mehrere Fälle von jugendlichen Patienten, bei denen an den Frontzähnen die kreideartigen Flecken zu beobachten waren. Durch Aufbringen eines seiner Remineralisationsmittel konnten die fehlerhaften Stellen im Schmelz zum Verschwinden gebracht werden.

Pickerill, Bunting und Rickert stimmen darin überein, daß der Schmelz des Zahnes nach dem Durchbruch noch nicht fertig ausgebildet ist, das heißt, daß er noch nicht die Härte aufweist, die in den späteren Lebensjahren für ihn charakteristisch ist. Pickerill äußert sich folgendermaßen dazu:

„Nach dem Durchbrechen des Zahnes ist der Schmelz von der Nasmythschen Membran bedeckt; dieselbe wird vom Speichel, einer Kalksalze in Lösung und organische Substanzen (Muzin und Albumin) enthaltenden Flüssigkeit bespült, und man hat nachgewiesen, daß eine, feste Bestandteile in gelöstem Zustande enthaltende Flüs-

sigkeit in die äußeren Schichten des Schmelzes einzudringen vermag. Es scheint, daß die Nasmythsche Membran bei der Diffusion wirkt, indem sie kristallisierte, jedoch nicht kolloide Substanzen durchläßt. Unter gleichen Umständen müssen die Kalksalze, speziell das Kalziumphosphat, solange sie in gelöstem Zustande bleiben, die Membran durchdringen und den Schmelz durchsetzen, während Muzin und Albumin zurückgehalten werden. Offenbar geht der Prozeß nur langsam und allmählich vor sich und hängt wahrscheinlich von dem auf jede Fläche der Membran ausgeübten osmotischen Drucke ab; allein zweifellos findet er statt."

Bunting und Rickert kommen zu derselben Erkenntnis, wenn sie schreiben:

„Wir haben gefunden, daß die harten, wohlgebildeten Varietäten von Zähnen, die man gewöhnlich in Verbindung mit Speichel hohen Kalziumgehaltes findet, Oberflächen haben, die weit dichter und für Silbersalze weniger durchgängig sind als diejenigen geringerer Art.

„Im ganzen genommen, scheint es berechtigt zu schließen, daß der Zahnschmelz in einem gewissen Grade von veränderlicher Natur ist, und daß er in seiner vom schmelzbildenden Organ geschaffenen ursprünglichen Form nicht fertiggebildet ist, sondern daß zwischen den Schmelzprismen gewisse Zwischenräume bestehen, die an der Oberfläche und nach dem Innern zu von verschiedener Länge sind. Ob in den inneren Teilen des Schmelzes sowie auch im Dentin ähnliche Unvollkommenheiten oder Mängel vorhanden sind, können wir nicht mit Bestimmtheit sagen. Es ist jedoch anzunehmen, daß die Zähne unter normalen Verhältnissen aller Wahrscheinlichkeit nach eine Verdichtung nach dem Durchbruch erfahren."

Nach den oben angeführten Erhebungen und Zitaten dürfte eine posteruptive Erhärtung des Schmelzes nicht von der Hand zu weisen sein. Innere Hypoplasien haben das kreideartige Aussehen deshalb, weil auf Grund ihrer Struktur das gelbe Zahnbein seine Farbebeeinflussung nicht zur Geltung bringen kann. Ändert sich die Struktur der inneren Hypoplasien, so werden ihre Schmelzprismen ebenso wie die anderen, gut verkalkten, durchscheinend; das Dentin macht seinen Einfluß geltend: Die opaken Flecken nehmen die Farbe ihrer

Umgebung an. Die posteruptive Erhärtung bewirkt aber einen strukturellen Umbau für die gesamten Schmelzprismen. Dadurch wird ihre Transparenz erhöht; das Gelb des Zahnbeins tritt stärker in Erscheinung: Die Zahnfarbe ändert sich! Ich bin mir natürlich dessen bewußt, daß die Veränderung der Zahnfarbe, die durch diese Vorgänge verursacht wird, nur einen ganz minimalen Anteil an dem, mit zunehmendem Alter zu beobachtenden Dunklerwerden der Zähne zuzuteilen ist; jedoch, dieser Anteil muß eingeräumt werden!

Eine besondere Art der Verfärbung — allerdings eine örtlich begrenzte, aber durch die Schmelzstruktur bedingte — muß ich noch erwähnen. Faber weist darauf hin, daß die Lamellen des Schmelzes zur Vortäuschung von Schmelzsprüngen Veranlassung geben können. An einer Lamelle, die den ganzen Schmelz in Form eines blattartigen Streifens durchsetzt, treten durch das Eindringen von Stoffen Veränderungen ein, die zu Verfärbungen führen. Die auf diese Weise veränderten Lamellen ähneln den verfärbten Schmelzsprüngen und lassen eine Verwechslung mit ihnen zu.

Die Dicke des Schmelzes verändert sich während des Lebens wohl nur an den Kontaktflächen, einmal an den approximalen, wo eine Berührung mit den Nachbarzähnen statthat, vor allem aber an denjenigen, die in der Bißebene liegen. Das Dünnerwerden durch gegenseitiges Abschleifen der Zähne an den interstitiären Reibungsflächen beeinflußt die Zahnfarbe nicht. Der durch die physiologische Abnutzung verursachte, zumeist vollständige Verlust des Schmelzes an den Schneidekanten der Front- und Eckzähne und an den Höckern und Kauflächen der kleinen und großen Backenzähne darf nicht unberücksichtigt bleiben. Zunächst verliert der Zahn hierdurch an diesen Stellen seinen bläulich transparenten Saum, außerdem wird — bei völligem Verlust des Schmelzes durch den physiologischen Prozeß — das Zahnbein freigelegt. Welche Bedeutung diesem Umstand beizumessen ist, werde ich weiter unten behandeln.

Den weitaus größten Anteil an der Veränderung der Zahnfarbe hat das D e n t i n, das seine Vitalität bis ins höchste Alter bewahrt und sie selbst nach Pulpenexstirpation nicht verliert; wenigstens im Wurzelkanal, wo eine Ernährung des Zahnbeins von der Wurzel-

haut über das Zement möglich ist. Der Bau und die Größenverhältnisse des Dentins verändern sich mit zunehmendem Alter stark.

Durch Ablagerungen von Kalksalzen verkleinern sich die Zahnbeinkanälchen mehr und mehr. Oschinsky stellte an Hand von genauen Messungen fest, daß die Weite der Dentinkanälchen im jugendlichen Alter 3,2 μ, mit 50 Jahren nur noch 1,6 μ und im Alter von 70 Jahren sogar nur 1,2 μ beträgt. Die Zahlen beweisen deutlich einerseits die bis ins Greisenalter hinein vorhandene Vitalität des Zahnbeins, andererseits kann man — vergleicht man sie untereinander und zieht dabei das Alter in Betracht — erkennen, daß seine vitale Kraft im Jugendalter stärker sein muß und mit zunehmendem Alter abnimmt.

Oschinsky errechnete aus der Römerschen Feststellung, die dahingehend lautet, daß auf eine Fläche von einem Quadratzentimeter Dentin drei Millionen Zahnbeinröhrchen entfallen, das Verhältnis von Zahnbeingrundsubstanz und Gesamtweite der Kanälchen. Dabei stellte sich heraus, daß im jugendlichen Zahn die angegebene Fläche nur zu ¾ aus Zahnbeingrundsubstanz besteht, dagegen steigert sich ihr Anteil im mittleren Lebensalter auf 15/16 und im Greisenalter sogar auf 31/32.

Die Errechnung des Volumens eines einzelnen Dentinkanälchens ergab für die drei oben angegebenen Altersstufen einmal 8,04 μ^2, dann nur 2,01 μ^2 und schließlich 1,13 μ^2.

Aus diesem Umbau des Zahnbeins läßt sich ohne Schwierigkeit herauslesen, daß er eine Veränderung der Zahnfarbe im Gefolge haben muß.

Wesentlich größeren Anteil an der Veränderung hat der Bau des irregulären Dentins und seine Anlagerung im Pulpenkavum von dem Augenblicke an, wo die Zähne nach dem Durchbruch mit ihren Antagonisten und ihren Nachbarzähnen in Berührung kommen.

Zunächst ist es von Wichtigkeit, daß wir uns über die verschiedenen Arten des irregulären Dentins klar werden; denn je nach der Struktur des neugebildeten Zahnbeins wird auch die Zahnfarbe, als deren eine Farbkomponente wir das Dentin kennen lernten, verschiedenartig ausfallen. Reich unterscheidet drei Arten des irregulären Dentins, und zwar:

„1. Das irreguläre Dentin, welches bei der physiologischen

Wachstumsperiode des Zahnes nach seinem Durchbruch in mehr oder weniger großer Ausdehnung an der Innenfläche der Pulpenhöhle angebildet wird;

„2. Das irreguläre Dentin der sogenannten Dentikel oder Dentinkugeln;

„3. Das irreguläre Dentin des Ersatz- oder Kallusdentins."

Diese drei Arten des irregulären Dentins unterscheidet Reich nach ihrem histologischen Bau folgendermaßen:

„1. Das irreguläre Dentin der physiologischen Wachstumsperiode oder der I. Ordnung: Es ist im wesentlichen durch die deutliche Knickung der Dentinkanälchen bzw. gleichzeitige seitliche Verschiebung derselben charakterisiert;

„2. Das irreguläre Dentin der sogenannten Dentikel oder Dentinkugeln oder II. Ordnung: Es ist entweder durch die oft auffallend starke Torsion, die häufig ohne jede nachweisbare Knickung des stärker torquierten gegen den weniger torquierten Abschnitt des Kanälchens auftritt, gekennzeichnet mit gleichzeitiger Zwischenlagerung neuer Kanälchen, die freilich nicht selten völlig fehlen können, oder durch die Abbiegung oder Verbiegung der Kanälchen mit deutlicher Entwicklung von Seitenästen;

„3. Das irreguläre Dentin des Ersatz- oder Kallusdentins oder III. Ordnung: Hier besteht die Störung vor allem in der Einbeziehung bzw. dem Verluste der Odontoblasten, in der hochgradigen Verminderung der Kanälchen und starken Zunahme der fibrillären Grundsubstanz und in der Verengerung und Vergrößerung der Kanälchen".

Aus diesen Feststellungen ziehe ich die Folgerung, daß es für die Veränderung der Zahnfarbe nicht gleichgültig ist, welche Art von Irregulärdentin an den verschiedenen dafür in Betracht kommenden Stellen des Pulpenkavums angebaut wird. Ich stelle mir vor, daß eine Anlagerung eines Dentins I. und II. Ordnung sich in Bezug auf die Zahnfarbe nicht so stark bemerkbar machen würde, als eine solche des Dentins III. Ordnung. Wie schon oben sehr deutlich erwähnt wurde, unterscheidet sich das Dentin I. und II. Ordnung vom normalen nur durch den Bau, die Verlagerung, Verschiebung, Knickung und Verästelung seiner Zahnbeinkanälchen, während im Dentin III. Ordnung die fibrilläre Grundsubstanz gegen-

über normalem Dentin und demjenigen I. und II. Ordnung stark überwiegt; außerdem ist die Zahl der Dentinkanälchen stark herabgesetzt; die Anzahl der Odontoblasten ist stark vermindert, oder sie sind sogar in die fibrilläre Grundsubstanz mit einbezogen.

Diese zuletzt beschriebene Art des Sekundärdentins wird die Farbe stärker verdunkeln als eine solche, welche Dentinröhrchen und Odontoblasten in normaler Menge aufweist. Ich werde deshalb bei Besprechung der Dentinneubildung auch die Art des angelagerten Dentins angeben. Noch wichtiger wird es sein, die Dikkenverhältnisse des irregulären Dentins in Betracht zu ziehen.

Bald nach seinem Durchbruch — lange vor vollständiger Wachstumsbeendigung der Wurzel — mit Beginn der Gebrauchsperiode, erfährt der Zahn seine ersten Anlagerungen irregulären Dentins. In der oberen Hälfte des Pulpenkavums ist bereits eine, wenn auch sehr dünne Schicht irregulären Dentins I. Ordnung mit deutlicher Abknickung gegenüber dem geraden Verlauf der Dentinkanälchen normalen Zahnbeins festzustellen, während im zweiten Drittel der Pulpenhöhle eine Anlagerung irregulären Dentins II. Ordnung mit deutlicher, stärker spiraliger Umeinanderdrehung der Kanälchen und Torsion der einzelnen Kanälchen um sich zu beobachten ist. Die Neuanlagerung nimmt von der Spitze des Pulpenkavums bis zum Tuberkulum — also in achsialer Richtung des Zahnes — dauernd zu und ist an der palatinalen Fläche der Pulpenkammer stärker als an der labialen.

Dieser erste Anbau irregulären Dentins I. und II. Ordnung in der Pulpenhöhle pflanzt sich bald über die Pulpenkammer hinaus in den Wurzelkanal bis zur Wurzelspitze fort. Da aber die Anlagerungen im Bereiche des Kanallumens die Zahnfarbe in keiner Weise beeinflussen können, so werde ich sie im weiteren Verlaufe meiner Arbeit unerwähnt lassen.

Diesem vorher erwähnten Anbau, der das Pulpenkavum mit einer fast gleichmäßig dicken Schicht irregulären Dentins I. und II. Ordnung versehen hat, folgen bald stärkere Anlagerungen an praedisponierter Stelle. Nach einiger Zeit seines Gebrauchsstadiums zeigt der Zahn die ersten Abrasionen, selbstredend am stärksten an den Kontaktflächen mit den Antagonisten. Projiziert man diese Schliffflächen an die Innenflächen der Pulpenhöhle, so werden wir hier

diejenigen Stellen finden, an denen die Anlagerungen des Ersatz- oder Kallusdentins oder des Dentins III. Ordnung erfolgen. Sehr gut können wir diese Beobachtungen bei den Eckzähnen machen; besonders dann, wenn diese Zähne — ihrer ursprünglichen Bestimmung entsprechend — noch eine prominente Stellung nicht nur im Zahnbogen, sondern auch in ihrer Längeneinstellung aufweisen und sich bei der Ausführung der Kaubewegungen stark gegenseitig abschleifen. Selbst bei Milcheckzähnen fand Reich in der Spitze des Pulpenkavums ausgeprägten Anbau von Irregulärdentin III. Ordnung. Noch stärker ist es natürlich bei den bleibenden Zähnen anzutreffen, die während des Lebens — fallen sie nicht frühzeitig einem pathologischen Prozeß zum Opfer — an ihren Schliffflächen nicht nur des Schmelzes vollkommen entblößt werden, sondern auch ihr gesamtes normal gebautes Zahnbein verlieren. Wie bekannt, wird aber die Wandung des Zahnes durch die Abrasion nicht dünner — dies trifft natürlich nur für den Fall zu, daß die vitale Kraft der Pulpa erhalten bleibt — sondern sie wird sogar dicker! Durch die Reize mechanischer, thermischer und chemischer Art wird bei langsamem Dünnerwerden zunächst des Schmelzes an der Innenwand der Pulpenhöhle an den schon oben beschriebenen Stellen das Dentin III. Ordnung angebaut. Die Pulpa mit ihrem roten Farbton beeinflußt jetzt von dieser Stelle aus nicht mehr die Zahnfarbe, sondern das Irregulärdentin III. Ordnung mit seiner gelblichbraunen Farbe. Die Anlagerungen während der ersten Jahre nach dem Durchbruch dürften sich kaum — selbst beim genauesten Beobachten — bemerkbar machen; es sei denn, daß die Farbe des Zahnes direkt zu Beginn der Gebrauchsperiode und einige Jahre nach diesem Zeitpunkt mit dem Farbenringe genau festgelegt wurde. Kommt es erst mit der besseren Ausprägung der Schliffflächen auch zu stärkeren Dentinanlagerungen, geht der Schmelz später ganz verloren und nach ihm noch das regulär gebaute Dentin, und tritt damit das gelblichbraune Irregulärdentin frei zutage, dann werden wir die Farbe solcher Zähne deutlich von derjenigen unterscheiden können, die wir bei Jugendlichen vorzufinden pflegen.

Für das Dentin bliebe noch als letztes festzustellen, wie stark sich seine Ausmaße durch die Anlagerungen vergrößern.

Mit diesen recht interessanten Messungen beschäftigte sich Wag-

ner. Er füllte Zähne der verschiedenen Lebensalter durch das durch Anschleifung der Wurzelspitzen erweiterte Foramen apicale mit Quecksilber, Jodkaliumquecksilberjodid und Argentum colloidale und stellte von den derart vorbehandelten Zähnen ortho-radial eingestellte Röntgenaufnahmen her. Die Ausmaße auf diesen Röntgenbildern wurden mit Hilfe des Mikroskopes mit Schlittenmikrometer festgestellt.

An den Zähnen wurden zumeist drei Messungen vorgenommen, und zwar wurden ermittelt:

1. In mesiodistaler Richtung in Höhe des Schmelzwulstes oberhalb des Zahnhalses a) die Dicke der die Pulpa umgebenden Hartsubstanz, bestehend aus Schmelz und Zahnbein, b) die lichte Weite des Pulpenkavums.

2. In buccopalatinaler bzw. -lingualer Richtung in Höhe des Schmelzwulstes oberhalb des Zahnhalses dieselben unter 1. angegebenen Ausmaße.

3. Wurde die Höhe der Pulpenkammer bestimmt.

Dabei stellte sich heraus, daß sich sämtliche Maße, die sich auf die Dicke der Hartsubstanz beziehen, mit zunehmendem Alter vergrößern, daß dagegen die lichte Weite der Pulpenhöhle sich mit fortschreitendem Alter erheblich verkleinert.

Bei den oberen Schneidezähnen verkleinert sich das Pulpenkavum vom 24. bis zum 57. Lebensjahre in seiner Höhe nahezu um 1 mm. Die Seitenwände lagern im Durchschnitt 0,75 mm Sekundärdentin an.

Die unteren Schneidezähne lagern in demselben Lebensabschnitt an den Seitenwänden irreguläres Dentin in einer durchschnittlichen Dicke von 0,62 mm an, während sich die Höhe der Pulpenkammer sogar nahezu um 1,5 mm verringert. (Die stärkere Dentinanlagerung in vertikaler Richtung bei den unteren Schneidezähnen im Gegensatz zu den oberen dürfte dadurch ihre Erklärung finden, daß die unteren Incisivi ganz in der Nähe der Schneidekanten, die oberen — bedingt durch den normalen Biß — an ihren palatinalen Flächen, und zwar im oberen (occlusalen) Drittel, am stärksten abgeschliffen werden. Wie aber weiter oben schon erwähnt wurde, weisen die den Schliffflächen korrespondierenden Stellen an der Pulpenkammerwand die erheblichsten Anlagerungen irregulären Dentins auf).

Die oberen Eckzähne wurden in der großen Zeitspanne vom 17. bis 65. Lebensjahr untersucht. Auffallend ist bei ihnen die starke Verkleinerung des Pulpenkavums in vertikaler Richtung. Die Höhe nimmt um 2,4 mm ab. Die Dickenzunahme der Seitenwände schwankt an den verschiedenen Meßpunkten zwischen 0,04 und 1,3 mm (!), so daß sich als mittlerer Wert für die Sekundärdentinzunahme der Seitenwände 0,66 mm ergibt.

Noch stärkere Schwankungen bei der Bildung irregulären Dentins lassen die Ausmaße für die unteren Eckzähne erkennen. Sie bewegen sich zwischen +0,75 und —0,02 mm. (Die zweite Zahl zeigt eine Abnahme der harten Substanz an!). Als Mittelwert ergibt sich für die Zunahme des Irregulärdentins 0,39 mm. Die Höhe der Pulpenkammer wird bei weitem nicht so stark vermindert (0,73 mm) wie die der oberen Eckzähne. Die Messungen wurden an Zähnen aus dem 34. bis 65. Lebensjahre vorgenommen. Diese Tatsache dürfte die starken Schwankungen bei der Dickenzunahme der Seitenwände und die geringere Verkleinerung des Pulpenkavums in seiner Höhe im Gegensatz zu den oberen Eckzähnen erklären; denn ich erwähnte oben schon, daß gerade in den ersten Lebensjahrzehnten die Vitalität des Zahnbeins viel erheblicher ist als in den späteren!

Die oberen Prämolaren bauen nicht derartig dicke Sekundärdentinschichten an, wie das bei den vorher besprochenen Zähnen der Fall ist. Trotzdem das untersuchte Material aus dem 24. bis 65. Lebensjahre stammt, beträgt die durchschnittliche Verdickung der seitlichen Wände nur 0,36 mm, während die Pulpenkammer 0,93 mm ihrer ursprünglichen Höhe verliert.

Die Zahlenangaben für die unteren Prämolaren unterscheiden sich nur geringfügig von denen der entsprechenden Zahngattung im Oberkiefer. Die durchschnittliche Dickenzunahme der Seitenwände beträgt 0,31 mm; dagegen nimmt das Pulpenkavum nur 0,42 mm in seiner Höhe ab. Dieses Höhenverkleinerungsmaß der unteren Prämolaren differiert nach meiner Ansicht wieder deshalb so stark von demjenigen der oberen kleineren Backenzähnen, weil das zur Untersuchung verfügbare Material aus dem 34. (!) bis 72. Lebensjahre stammt. (Also aus den späteren Lebensjahrzehnten, in denen nicht mehr so reichlich Irregulärdentin angebaut wird!)

Die oberen und unteren Molaren möchte ich kurz zusammenfassend abhandeln. Die Höhe der Pulpenkammer vermindert sich für beide Arten durchschnittlich um 1,2 mm. Während die Dickenzunahme der seitlichen Wände für die oberen Molaren nur 0,18 mm beträgt, lautet der entsprechende Wert für die unteren 0,56 mm. Die Molaren des Oberkiefers stammten aus dem 26. bis 60., die des Unterkiefers aus dem 18. bis 69. Lebensjahr.

Diese Zahlenangaben zeigen deutlich genug, daß nicht nur die Art des Irregulärdentins, sondern vor allem auch seine oft recht beträchtliche Dicke ausschlaggebend für die dunklere Farbe der Zähne in späteren Lebensjahren ist. Dabei ist noch ein Gesichtspunkt zu berücksichtigen. Wagner legte bei seinen Messungen nur die relative Verdickung der Pulpenkammerwände fest, weil es ihm darauf ankam, die Verkleinerung der Pulpenhöhle mit zunehmendem Alter zahlenmäßig auszudrücken. Dabei blieb aber unberücksichtigt, daß die Sekundärdentinanlagerungen weit größere Ausmaße einnehmen, als es die Zahlen Wagners ausdrücken; denn ein nicht geringer Teil der äußeren Schichten der Hartsubstanz, zunächst der Schmelz, dann das normal gebaute, und später sogar ein Teil des irregulär gebauten Dentins, gehen durch die Kaubewegungen an den Schliffflächen verloren, so daß wir im Alter nicht selten Pulpenkammerdächer vorfinden, die nur aus Sekundärdentin III. Ordnung bestehen. Zu dieser bedeutenden Strukturveränderung kommt noch — die Zahlen Wagners drücken das deutlich genug aus — eine Verdickung der Kammerwände und -Dächer!

Die durch den physiologischen Vorgang der Abschleifung bedingten Freilegung der inneren Hypoplasien des Schmelzes und die Eröffnung der Kanälchen und Interglobularräume des Zahnbeins muß noch erwähnt werden. Nikotin und Farbstoffe, die mit der Nahrung oder im Berufe mit der Atemluft aufgenommen werden, dringen in diese eröffneten Räume ein, setzen sich dort fest und geben auf diese Weise Anlaß zu Verfärbungen.

Da die Pulpa in geringem Maße mitbestimmend für die Zahnfarbe ist, werden wir auch ihre Veränderungen in Bezug auf den Bau und die Größenausmaße, die sie im Laufe des Lebens durchmacht, betrachten.

Das Pulpengewebe kann sich auch ohne Karies des betreffenden Zahnes verändern. Das Ergebnis einer solchen Veränderung ist die Degeneration und die Atrophie des Zahnmarks. Von den vielen äußeren und inneren Bedingungen, die Euler angibt, und von denen eine erfüllt sein muß, um einen Umbau zu verursachen, kommen für den Rahmen dieser Arbeit nur zwei in Betracht. Das ist einmal eine erhöhte funktionelle Inanspruchnahme der Zähne und ein anderes Mal starke Abkauung; beide sind physiologischer Natur. Welcher Art die Degeneration oder Atrophie ist, bleibt gleichgültig. Tritt ein derartiger Umbau ein, so geht das Pulpenparenchym mit seiner roten Farbe verloren, und es verbleibt — mit wenigen Ausnahmen — ein mehr oder weniger strukturloses, zumeist farbloses oder dunkel gefärbtes Gewebe.

Ebenso wichtig für das Dunklerwerden der Zähne mit zunehmendem Alter ist die Verkleinerung der Pulpenhöhle. Genauere Angaben hierüber machte ich schon unter dem Abschnitt, in dem über die Dentinanlagerungen berichtet wurde. Von besonderer Wichtigkeit erscheint es mir, an dieser Stelle vor allem über die Verkleinerung des Pulpenkavums in vertikaler Richtung zu sprechen, weil dadurch die Pulpa, die nach dem Durchbruch des Zahnes bis in das untere Drittel der Krone hineinragt, bis in ihren Wurzelanteil zurückgedrängt wird. Rebel (Handwörterbuch der Zahnheilkunde) äußert sich folgendermaßen hierzu (zitiert nach Trueb):

„Zunächst geht aus den Untersuchungen Truebs hervor, daß die Kronenpulpa der Molaren im Gebiet des Zahnhalses sich befindet; bei jugendlichen Individuen ragt ein Teil der Pulpenkammer in das untere (cervicale) Drittel der Zahnkrone; der Dentinkegel des Pulpenkammerdaches erreicht in solchen Fällen (bis zu 21 Jahren) wie Trueb sagt, die Zahnhalsgrenze nicht; bei Molaren 41- bis 70-jähriger Individuen dagegen ragt dieser Dachkegel bis über die Zahnhalsgrenze sogar in den Wurzelteil noch hinein."

Es folgt ein Abschnitt über die Verdickung der seitlichen Kammerwände bei den verschiedenen Zahngruppen, doch darüber wurde weiter oben schon genauer berichtet. Rebel fährt dann fort:

„Umfangreicher und rascher verläuft aber die Apposition in der Vertikalen: Vortreiben des gewinkelten Kammerdaches nach apical

und Vorwachsen des Kammerbodens nach occlusal. So fand beispielsweise Trueb bei oberen ersten Molaren nach 20 Jahren Funktion eine Gesamtzunahme des oberen und unteren Dentinkegels von 1,5 mm.

„Auch an Frontzähnen findet vom Kammerdach her eine starke Verengung der Kammer statt".

Was in der Einleitung schon andeutungsweise erwähnt wurde, findet hier seine genaue Bestätigung. Der Pulpa ist nur solange eine Beeinflussung der Zahnfarbe zuzuerkennen, als sie erstens ihre vollständig normale Struktur aufweist und zweitens ihren Kammeranteil in der Zahnkrone behauptet. Fällt eine oder die andere Beeinflussungsmöglichkeit fort — oder gar beide —, so wird sich das in einer geringen Verdunklung der Zahnfarbe bemerkbar machen.

Am Schlusse meiner Abhandlung möchte ich die Ursachen einer Veränderung der Zahnfarbe im Laufe des Lebens noch einmal kurz zusammenfassen:

I. Schmelz.
   1. Posteruptiver struktureller Umbau durch Remineralisation.
   2. Eindringen von Farbstoffen in die Schmelzlamellen.
   3. Veränderung der Dicke des Schmelzes nur an den occlusalen und interstitiären Schlifffflächen.

II. Zahnbein.
   1. Verkleinerung der Weite der Dentinkanälchen.
   2. Die verschiedenen Arten des irregulären Dentins.
   3. Bevorzugte Anlagerungsstellen des Sekundärdentins.
   4. Durchschnittliche Dicke der in den einzelnen Zähnen angelagerten Dentinschichten.
   5. Eindringen von Farbstoffen in die durch Abkauung eröffneten Räume der Hartsubstanz.

III. Pulpa.
   1. Degeneration und Atrophie.
   2. Verkleinerung der Pulpenhöhle.

Es dürfte klar sein, daß einige meiner angeführten Gründe für die physiologische Veränderung der Zahnfarbe mit zunehmendem

Alter — vor allem die, die ich in Bezug auf den Schmelz und die Pulpa anführte — nur geringen Anteil daran haben. Jedoch, meine Aufgabe bestand darin, alle nur möglichen Ursachen für eine, durch Lebensvorgänge in den Zähnen bedingte Veränderung der Zahnfarbe in späteren Lebensjahren aufzuführen.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Privat-Dozent Dr. Schneider für die freundliche Ueberlassung des Themas und die erteilten Ratschläge verbindlichst zu danken.

Schrifttum.

1. Andresen: Mineralisation und Remineralisation des Zahnschmelzes. D. M. f. Z. 1921, S. 97 und 417.
2. Bunting and Rickert: The Journal of Nat. Dent. Assoc. 1918, S. 519.
3. Faber: Die Lamellen des Schmelzes. D. M. f. Z. 1925, S. 354.
4. Feiler: Beiträge zur Biologie des Zahnbeins und der Pulpa. D. M. f. Z. 1923, S. 65.
5. Hoffmann: Pathologie und Therapie der Verfärbung menschlicher Zähne. Inaug.-Diss. Frankfurt/Main 1923.
6. Jung: Anatomie und Pathologie der Zähne.
7. Kantorowicz: Handwörterbuch der gesamten Zahnheilkunde. Bd. I bis IV. Barth und Meusser, Leipzig und Berlin 1929 bis 1931.
8. Klemm: Die Farbe der Zähne und ihre Bedeutung für die Struktur derselben. Inaug.-Diss. Würzburg 1927.
9. Mühlreiter-De Jonge-Cohen: Anatomie des menschlichen Gebisses. Felix, Leipzig 1928.
10. Oschinsky: Vergleichende Untersuchungen über die Weite der Dentinkanälchen im permanenten menschlichen Gebiß. Inaug.-Diss. Frankfurt/Main 1921.
11. Pickerill: Verhütung von Zahnkaries und Mundsepsis. Meusser, Berlin 1926.
12. Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. Bergmann, München 1929.
13. Rautmann: Schmelzmessungen. Inaug.-Diss. Würzburg 1928.
14. Reich: Das irreguläre Dentin der Gebrauchsperiode. G. Fischer, Jena 1907.
15. Röse: Erdsalzarmut und Entartung. Springer, Berlin 1908.
16. Szabo: Die Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. Oesterr.-ung. V. f. Z. 1900, S. 299.
17. Trueb: Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. D. M. f. Z. 1909, S. 401.
18. Türkheim: Die Ernährung und die physikalische Chemie des Schmelzes. V. f. Z. 1922, S. 486.
19. Urbantschitsch: Ursachen und Bahnen der endogenen Zahnverfärbungen. Z. f. Stom. 1926, S. 1050; 1927, S. 19, 789 und 1054.
20. Wagner: Untersuchungen über die Größenverhältnisse des Cavum pulpae und seiner Wände. D. M. f. Z. 1927, S. 1027.
21. Walkhoff: Die Erdsalze in ihrer Bedeutung für die Zahnkaries. Meusser, Berlin 1913.

Lebenslauf.

Am 23. Juli 1911 wurde ich, Fritz Güßefeldt, als Sohn des Eisenbahn-Ingenieurs Fritz Güßefeldt zu Quettingen (Bez Köln) geboren.

Seit 1912 ist Hagen/Westf. meine Heimat. Dort besuchte ich von 1918 bis 1931 zunächst die Volksschule und anschließend die Adolf Hitler-Oberrealschule, die ich Ostern 1931 nach Ablegung der Reifeprüfung verließ.

Vom S.S. 1931 bis W.S. 1932/33 studierte ich Zahnheilkunde in Marburg; vom S.S. 1933 bis S.S. 1934 in München, wo ich die Approbation als Zahnarzt erhielt.